



Docket No.: 50427-739

#2
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Tsuyoshi OKADA, et al.

Serial No.: 09/899,229

Filed: July 06, 2001

For: PICTURE COMPOSING APPARATUS AND METHOD

:
:
:
:
:
:
:

Group Art Unit: 2673

Examiner: To be assigned

RECEIVED
OCT 02 2001
Technology Center 2600

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENTS**

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

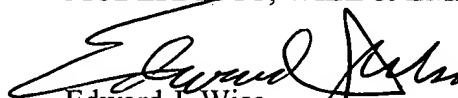
Japan 2000 - 206495 of July 7, 2000 and

Japan 2001 - 174414 of June 8, 2001

cited in the Declaration of the present application. Certified copies are submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Edward J. Wise
Registration No. 34,823

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 EJW:BD
Date: September 28, 2001
Facsimile: (202) 756-8087

U5-01024-MN
(2)



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 6月 8日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-174414

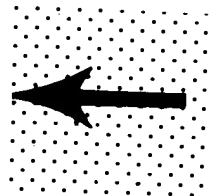
出 願 人
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

RECEIVED
OCT 02 2001
Technology Center 2600

BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

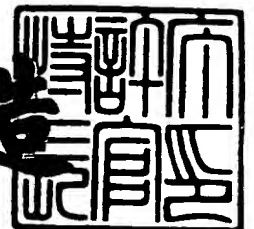


HERE

2001年 7月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 2900835597

【提出日】 平成13年 6月 8日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H04N 5/14

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 岡田 毅

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 飯田 亮介

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 西澤 真人

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 恩田 勝政

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 三輪 道雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099254

【弁理士】

【氏名又は名称】 役 昌明

【選任した代理人】

【識別番号】 100100918

【弁理士】

【氏名又は名称】 大橋 公治

【選任した代理人】

【識別番号】 100105485

【弁理士】

【氏名又は名称】 平野 雅典

【選任した代理人】

【識別番号】 100108729

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 紘樹

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-206495

【出願日】 平成12年 7月 7日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 037419

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102150

【包括委任状番号】 9116348

【包括委任状番号】 9600935

【包括委任状番号】 9700485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像合成装置および画像合成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の撮像手段と、前記撮像手段の撮像状況を検出する撮像状況検出手段と、前記撮像手段により撮像された複数の画像を、前記撮像状況検出手段で検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第 1 の投影像を生成する第 1 の投影手段と、前記複数の第 1 の投影像を三次元投影モデルに投影し、第 2 の投影像を生成する第 2 の投影手段と、前記第 2 の投影像を仮想的に撮像する仮想撮像手段と、前記三次元投影モデルの位置と形状とを決定する三次元投影モデル決定手段と、前記仮想撮像手段の撮像状況を決定する仮想撮像手段撮像状況決定手段とを具備し、前記第 2 の投影像を、前記仮想撮像手段撮像状況決定手段によって決定された撮像状況から前記仮想撮像手段によって撮像することにより、前記複数の撮像手段によって得られる複数の画像を合成することを特徴とする画像合成装置。

【請求項 2】 撮像状況検出手段は、投影部に対する撮像手段の少なくとも位置、姿勢、または撮像特性のいずれかをあらかじめ検出することを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 3】 第 1 の投影手段は、撮像された画像と、投影部との複数の対応点の組から求められた変換行列によって、前記撮像された画像上の点を前記投影部に投影することを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 4】 投影部は、ほぼ平面であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の画像合成装置。

【請求項 5】 三次元投影モデルは、球面であることを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 6】 三次元投影モデルは、形状の異なる複数の面を組み合わせたものであることを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 7】 三次元投影モデルは、平面と円筒とを組み合わせたものであり、前記三次元投影モデルに第 2 の投影手段によって投影する際に、遠方は円筒に、それ以外は平面に投影し、前記投影像を仮想撮像手段によって撮像すること

を特徴とする請求項 6 記載の画像合成装置。

【請求項 8】 複数の形状の異なる面の継ぎ目は目立たないように組み合わせられていることを特徴とする請求項 6 記載の画像合成装置。

【請求項 9】 三次元投影モデルは、球と円筒とを組み合わせたものであり、前記三次元投影モデルに第 2 の投影手段によって投影する際に、遠方は円筒に、それ以外は球に投影し、前記投影像を仮想撮像手段によって撮像することを特徴とする請求項 6 記載の画像合成装置。

【請求項 10】 三次元投影モデルは円筒、平面、および円筒と平面との境界を滑らかにつなぐ曲面の 3 種類の面を組み合わせたものであることを特徴とする請求項 8 記載の画像合成装置。

【請求項 11】 撮像手段によって撮像された画像上の線分が合成画像上で直線として変換されることを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置

【請求項 12】 複数の撮像手段は自動車に取り付けられており、さらに前記自動車の進行方向を検出する自動車進行方向検出手段を具備したことを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 13】 仮想撮像手段の視点の位置は、自動車の進行方向に平行でかつ第 2 の投影手段の投影中心を通る直線上に定められていることを特徴とする請求項 12 記載の画像合成装置。

【請求項 14】 自動車の進行方向を表す線分が合成画像上で直線として変換されることを特徴とする請求項 12 記載の画像合成装置。

【請求項 15】 複数の撮像手段は自動車に取り付けられており、さらに前記自動車の車体位置を検出する自動車車体位置検出手段を具備したことを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 16】 仮想撮像手段の視点の位置は、自動車の車体の端を平面投影した像と第 2 の投影手段の投影中心とを通る平面上に定められていることを特徴とする請求項 15 記載の画像合成装置。

【請求項 17】 撮像手段は自動車の後方に取り付けられており、前記自動車の後方端が合成画像上で直線として変換されることを特徴とする請求項 11 記載の画像合成装置

【請求項 1 8】 撮像手段は自動車の側方に取り付けられており、前記自動車の側方端が合成画像上で直線として変換されることを特徴とする請求項 1 1 記載の画像合成装置。

【請求項 1 9】 撮像手段は自動車の側方に取り付けられており、前記自動車が走行しているレーンの隣のレーンの中心線が合成画像上で直線として変換されることを特徴とする請求項 1 1 記載の画像合成装置。

【請求項 2 0】 撮像手段は自動車の後方に取り付けられており、前記自動車が走行している道路に対して垂直な道路の中心線が合成画像上で直線として変換されることを特徴とする請求項 1 1 記載の画像合成装置。

【請求項 2 1】 撮像手段は自動車の前方に取り付けられ、前記自動車が走行している道路に対して垂直な道路の中心線を直線に変換することを特徴とする請求項 1 1 記載の画像合成装置。

【請求項 2 2】 複数の撮像手段と、前記撮像手段の撮像状況を検出する撮像状況検出手段と、前記撮像手段により撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影面に投影し複数の第 1 の投影像を生成する第 2 の投影手段と、前記複数の第 1 の投影像を球面上に投影し第 2 の投影像を生成する第 2 の投影手段と、前記球面上の一点を中心に前記第 2 の投影像を平面に展開する変換手段とを具備したことを特徴とする画像合成装置。

【請求項 2 3】 複数の画像を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップの撮像状況を検出する撮像状況検出ステップと、前記撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第 1 の投影像を生成する第 1 の投影ステップと、前記複数の第 1 の投影像を三次元投影モデルに投影し、第 2 の投影像を生成する第 2 の投影ステップと、前記第 2 の投影像を仮想的に撮像する仮想撮像ステップと、前記三次元投影モデルの位置と形状を決定する三次元投影モデル決定ステップと、前記仮想撮像ステップの撮像状況を決定する仮想撮像ステップ撮像状況決定ステップとを具備し、前記第 2 の投影像を、前記仮想撮像ステップ撮像状況決定ステップによって決定された撮像状況から前記仮想撮像ステップによって撮像することにより、前記撮像ステップによって得られる複数の画像を合成することを特徴とする画像合成方法。

【請求項 2 4】 自動車の進行方向を検出する自動車進行方向検出手段からの信号情報を仮想撮像手段撮像状況決定手段に伝送するステップを具備したことを特徴とする請求項 2 3 記載の画像合成方法。

【請求項 2 5】 自動車の車体位置を検出する自動車車体位置検出手段からの信号情報を仮想撮像手段撮像状況決定手段に伝送するステップを具備したことを特徴とする請求項 2 3 記載の画像合成方法。

【請求項 2 6】 複数の画像を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップの撮像状況を検出する撮像状況検出ステップと、前記撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第 1 の投影像を生成する第 1 の投影ステップと、前記複数の第 1 の投影像を球面に投影し、第 2 の投影像を生成する第 2 の投影ステップと、前記第 2 の投影像を前記球面上の一点を中心にして平面に展開する平面展開ステップと、前記球面の位置を決定する球面位置決定ステップとを具備し、前記平面展開ステップによって得られる複数の画像を合成することを特徴とする画像合成方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像合成装置および画像合成方法に関し、特に、自動車に搭載された複数の撮像手段によって得られた画像を変換・合成し、自動車の周囲の画像を運転者に提示することによって、駐車時などの運転を支援する装置に用いて好適な画像合成装置および画像合成方法に関する

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、この種の画像合成装置では、画像合成によって複数の画像からパノラマ画像などの広い視野の画像を合成する場合、各画像をそれぞれの撮像装置から共通の円筒面に代表される曲面に投影し、それを仮想的な撮像装置によって撮像することで、パノラマ画像などを合成していた。この従来の手順を図 1 1 および図 1 2 を用いて簡単に説明する。

【0 0 0 3】

図 1 1 は自動車 A に取り付けられた 2 台の撮像装置（図示せず）が像 52 を撮像して得られたそれぞれの画像 53 および 54 を円筒面に投影してパノラマ画像 55 を合成する手順を示す。図 1 2 (a) は撮像装置 61a によって撮像された画像 62 と、撮像装置 61b によって撮像された画像 63 とから、円筒面 66 に合成画像を投影する手順を三次元的に示す。画像 63 上の点 64 は円筒面上の点 67 に投影され、仮想撮像手段 72 によって合成画像面 73 上の点 69 に投影される。画像 54 上の点 65 は円筒面上の点 68 に投影され、仮想画像手段 72 によって合成画像面 63 上の点 70 に投影される。図 1 2 (b) は図 1 2 (a) を円筒面 66 の軸に垂直な平面 71 に投影し、三次元的に表示した図である。前記手順で示した手法により、画像 53 と画像 54 上の各点を写像変換させ、図 1 1 のパノラマ画像 55 のような画像を合成形成していた。

【 0 0 0 4 】

上記従来技術内容の例としては、特開平 5-14751 号公報に開示されている技術が知られている。他に、三次元的に平面に投影する技術として、特開平 6-20189 号公報および特開 2000-134537 号公報に開示されている技術が知られている。また、球面に投影する技術として、特開平 9-322040 号公報に開示されている技術も知られている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このような従来の画像合成の手法では、投影中心が異なる位置に取り付けられた複数の撮像装置から得られた複数の画像を一枚の画像に合成しようとするため、図 1 1 の合成パノラマ画像 55 に示される不連続点 56a、56b、56c を生じ、異なる画像間の継ぎ目で像を一致させることが困難になるという問題があった。また、円筒に投影した場合、撮像装置の近傍と遠方では、画像の歪み方が大きく異なるため、運転者にとって距離感をつかむのが困難になるという問題のほか、図 1 2 のパノラマ画像面上の近傍部画像 57 に示されるように、自動車のバンパやフェンダ等の車体端分で画像が大きく歪み、この大きな画像歪みのため、駐車支援等の自動車安全運転アシストへの適用が難しくなるといった問題もあった。

【 0 0 0 6 】

本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、周囲の状況と自動車との位置関係が把握しやすいように、複数の異なる視点から撮像された複数の画像を利用するため、非常に広範囲（広視野）の情報が得られると同時に、画像ごとが違和感なくつなぎ合わせることができ、見た目に自然で、視認性の高い画像を合成することのできる画像合成装置および画像合成方法を提供するものである。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明の画像合成装置は、複数の撮像手段と、前記撮像手段の撮像状況を検出する撮像状況検出手段と、前記撮像手段により撮像された複数の画像を、前記撮像状況検出手段で検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第1の投影像を生成する第1の投影手段と、前記複数の第1の投影像を三次元投影モデルに投影し、第2の投影像を生成する第2の投影手段と、前記第2の投影像を仮想的に撮像する仮想撮像手段と、前記三次元投影モデルの位置と形状とを決定する三次元投影モデル決定手段と、前記仮想撮像手段の撮像状況を決定する仮想撮像手段撮像状況決定手段とを具備し、前記第2の投影像を、前記仮想撮像手段撮像状況決定手段によって決定された撮像状況から前記仮想撮像手段によって撮像することにより、前記複数の撮像手段によって得られる複数の画像を合成することを特徴とする。この構成により、撮像手段で撮像された画像を第1の投影部に投影してから、三次元投影モデルに投影することによって、継ぎ目の目立たない画像を合成することができる。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の画像合成装置は、複数の撮像手段が自動車に取り付けられており、さらに前記自動車の進行方向を検出する自動車進行方向検出手段を具備したことを特徴とする。この構成により、視点の位置を、自動車進行方向検出部によって得られた自動車の進行方向と平行で、かつ三次元投影モデル投影部の投影中心を通る直線上に設定して、特定の条件を満たす直線を合成画像上でも直線として表示することができる。

【 0 0 0 9 】

そして、本発明の画像合成装置は、複数の撮像手段が自動車に取り付けられており、さらに前記自動車の車体位置を検出する自動車車体位置検出手段を具備したことを特徴とする。この構成により、仮想撮像手段の視点を平面投影像と三次元投影モデル投影部の投影中心を通る平面上に設定して、特定の条件を満たす直線を合成画像上でも直線として表示することができる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の画像合成装置は、複数の撮像手段と、前記撮像手段の撮像状況を検出する撮像状況検出手段と、前記撮像手段により撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影面に投影し複数の第1の投影像を生成する第2の投影手段と、前記複数の第1の投影像を球面上に投影し第2の投影像を生成する第2の投影手段と、前記球面上の一点を中心に前記第2の投影像を平面に展開する変換手段とを具備したことを特徴とする。この構成により、球面の位置を変えても平面に展開する時の中心の点を調節することで特定の直線を合成画像上でも直線として投影することができる。

【 0 0 1 1 】

さらに、本発明の画像合成方法は、複数の画像を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップの撮像状況を検出する撮像状況検出ステップと、前記撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第1の投影像を生成する第1の投影ステップと、前記複数の第1の投影像を三次元投影モデルに投影し、第2の投影像を生成する第2の投影ステップと、前記第2の投影像を仮想的に撮像する仮想撮像ステップと、前記三次元投影モデルの位置と形状を決定する三次元投影モデル決定ステップと、前記仮想撮像ステップの撮像状況を決定する仮想撮像ステップ撮像状況決定ステップとを具備し、前記第2の投影像を、前記仮想撮像ステップ撮像状況決定ステップによって決定された撮像状況から前記仮想撮像ステップによって撮像することにより、前記撮像ステップによって得られる複数の画像を合成することを特徴とする。この構成により、合成部で継ぎ目の目立たない違和感の無い自然な画像を合成し、同時に、三次元投影モデルを円筒と球などを組み合わせて構成し、合成画像の歪みを軽減することが可能となる。

【0012】

そして、本発明の画像合成方法は、複数の画像を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップの撮像状況を検出する撮像状況検出ステップと、前記撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第1の投影像を生成する第1の投影ステップと、前記複数の第1の投影像を球面に投影し、第2の投影像を生成する第2の投影ステップと、前記第2の投影像を前記球面上の一点を中心に平面に展開する平面展開ステップと、前記球面の位置を決定する球面位置決定ステップとを具備し、前記平面展開ステップによって得られる複数の画像を合成することを特徴とする。この構成により、特定の条件を満たす直線が合成画像上でも折れ目や断続のない直線として得られ、違和感のない自然な画像として認識できるプロセスを実現することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

なお、この発明の実施の形態では、2個の撮像手段から得られた画像を一枚の画像に合成する手順を説明するが、撮像手段が3個以上の場合も同じ手順を繰り返すことにより、多数の撮像手段から得られた画像を一枚の画像に合成することが可能であることは言うまでもない。

【0014】

(第1の実施の形態)

図1は本発明の第1の実施の形態における画像合成装置の構成を示すブロック図である。図1に示すように、この画像合成装置は、撮像手段1と、撮像状況検出手段2と、平面投影部3と、三次元投影モデル決定部4と、三次元投影モデル投影部5と、仮想撮像手段撮像状況決定部6と、仮想的撮像手段7とから構成されている。

【0015】

撮像手段1は、第1の撮像手段1aと、第2の撮像手段1bとからなる2台の撮像装置から構成されている。撮像状況検出手段2は、第1の撮像手段1aの撮像状況を検出する第1の撮像状況検出手段2aと、第2の撮像手段1bの撮像状況を検出す

る第2の撮像状況検出手段2bとからなる。第1の撮像手段1a、第2の撮像手段1b、第1の撮像状況検出手段2a、および第2の撮像状況検出手段2bの出力は、平面投影部3に入力される。平面投影部3の出力、および三次元投影モデル決定部4の出力は、三次元投影モデル投影部5に入力される。三次元投影モデル投影部5の出力、および仮想撮像手段撮像状況決定部6の出力は、仮想的撮像手段7に入力される。

【0016】

ここで、平面投影部3で用いる投影部は自動車の置かれている面、すなわち道路面とする。道路面は厳密には完全な平面ではないが、ほぼ平面を成していると考えることができる。また、三次元投影モデル投影部5で用いる三次元投影モデルは、道路面に垂直な円筒面と球面とを滑らかに組み合わせた曲面とし、投影中心はその円筒面の軸上の点とする。

【0017】

まず撮像手段撮像状況検出部2では、道路面上の位置が判っている複数の点と、第1の撮像手段1aあるいは第2の撮像手段1bによって得られた画像上の複数の点との対応をそれぞれ取ることで、撮像手段1a、1bの撮像状況をそれぞれ検出する。撮像状況とは、

- (1) 撮像手段が道路面に対してどの場所に取り付けられているか、
- (2) 撮像手段が道路面に対してどのような方向に向けて設置されているか、
- (3) 撮像手段の画角、焦点距離、レンズの歪みなどの種々の撮像特性を表す値、

などのパラメータのことであり、これらが検出された場合、撮像手段からの相対位置と形状が既知である物体は、この撮像手段によって画像上でどのように撮像されているかを理論的に数値計算して求めることができる。実際には、あらかじめ必要なパラメータを収集し、メモリ等に登録するため、工場出荷前での調整段階で格子状の物体を撮像して、三次元空間における座標と、投影された面像座標の各数値とを計算機に取り込んでパラメータの推定値を求めるか、撮像手段の取り付け状態を示す位置や角度をセンサーで検出して、このデータを計算機に取り込みパラメータを機械的（自動的）に求めている。

【 0 0 1 8 】

また、撮像手段撮像状況検出部 2 では、前記パラメータを求める方法とは別に、画像から道路面への変換行列を求めることでも撮像手段の撮像状況をそれぞれ検出できる。前記変換行列も道路面上の位置が既知の複数の点と画像上の複数の点との対応をそれぞれ取ることでも求めることができる。この変換行列によって画像から道路面への平面投影が可能となる。

【 0 0 1 9 】

次に各投影部の処理について図 2 および図 3 (a) を用いて説明する。図 2 は本発明の第 1 の実施の形態における画像合成装置の処理の流れを示すフローチャートであり、図 3 (a) は第 1 の実施の形態における撮像手段 1a および 1b で撮像した画像を投影して合成画像を形成するプロセスの原理を説明するための図である。

【 0 0 2 0 】

図 2 において STEP 2 までの流れは、撮像手段撮像状況検出部 2 で得られた撮像状況を用いて、図 2 の STEP 1 における撮像手段 1a および 1b によって撮像された画像をそれぞれの撮像状況に従って平面投影部 3 が投影部（道路面）に投影するプロセスを示している。図 3 (a) に三次元的に示すように、前記投影は撮像手段 1a で撮像された画像 8 上の点 15、および撮像手段 1b で撮像された画像 9 上の点 16 から点 17 への変換である。この段階で、画像 8 および画像 9 上に撮像されている道路面上の像が正確に重なるように変換されている。すなわち道路面上の白線などの表示がぴったりと重なり、二重に投影されることがない。この平面投影部 3 により、画像 8 上の点 15 と画像 9 上の点 16 の座標から道路面上の点 17 の座標への変換が行われる。

【 0 0 2 1 】

図 2 の STEP 3 までの流れは、平面投影部 3 によって道路面に投影された像を三次元投影モデル投影部 5 が三次元投影モデルに投影するプロセスを示している。三次元投影モデルへの投影とは、道路面上の点 17 が、点 17 と三次元投影モデルの投影中心 12 とを結ぶ直線と、三次元投影モデル 11 の面との交点 18 に投影されることを意味する。

【 0 0 2 2 】

図 2 の STEP 4 までの流れは、仮想撮像手段撮像状況決定部 6 によって決定された撮像状況に従って、仮想撮像手段 7 によって三次元投影モデル投影部 5 の三次元投影モデル 11 上に描かれた像を撮像するプロセスを示している。この撮像は図 3 (a) において三次元的に示されているように、点 18 と仮想撮像手段の視点 13 とを結ぶ直線と、合成画像面 14 との交点 19 への変換である。この仮想撮像手段 7 によって撮像された画像が合成画像である。

【 0 0 2 3 】

このようにして、図 1 1 の像 5 2 に示されるような条件で得られた画像を合成すると、図 3 (b) に示すパノラマ画像が得られる。道路面上の直線などは継ぎ目部 20 に示されるように滑らかにつながる。また、撮像手段から十分離れた立体物も遠方継ぎ目部 21 のように接続部分が目立たなくなる。

【 0 0 2 4 】

また、三次元投影モデル 11 または投影中心 12 の位置を路面に垂直な方向に動かすと、円筒面上に投影される領域と球面上に投影される領域の範囲を変えることができる。例えば、図 4 (a) に示すように、三次元投影モデル 11 の円筒面と球面との境界と、投影中心 12 とを同じ高さに設定すると、投影中心 12 より低い位置にある像は球面上、それ以外は円筒面上に投影される。また、図 4 (b) に示すように、投影中心 12 はそのまま、三次元投影モデル 11 の位置を図 4 (a) より低い位置に設定すると、球面上に投影される領域は投影中心 12 の近傍だけになり、逆に円筒面上に投影される領域は大きくなる。このようにして、運転者の用途に適した画像を合成することができる。

【 0 0 2 5 】

このように、本発明の第 1 の実施の形態によれば、投影部を道路面に設定することで、位置の異なる複数の撮像手段から得られた画像を合成した場合でも、道路面上の白線などが異なる画像間の継ぎ目で完全に一致するので、道路面の状況が運転者にとって理解しやすいという特徴がある。この場合、一般に道路面の平面上の物体以外、すなわち道路面上の立体物などは異なる画像間の継ぎ目で一致しないが、異なる撮像手段の位置間の距離に対して十分遠い位置にある立体物は

継ぎ目の部分でもほぼ一致する。したがって、合成された画像は違和感のない自然な画像となる。

【 0 0 2 6 】

また、撮像状況検出手段は投影部に対する撮像手段の少なくとも位置、姿勢、または撮像特性のいずれかをあらかじめ検出することにより、撮像手段で撮像した画像と道路面への平面投影を容易に一致させることができる。

【 0 0 2 7 】

さらに、平面投影部は、撮像された画像と投影部との複数の対応点の組から求められた変換行列によって、撮像された画像上の点を投影部に投影することにより、撮像手段で撮像した画像から道路面への投影が可能になる。

【 0 0 2 8 】

そして、形状の異なる複数の面を組み合わせた三次元投影モデルとしたことにより、撮像対象にできるだけ近いモデルに投影して質のよい合成画像を得ることができる。

【 0 0 2 9 】

また、複数の形状の異なる面の継ぎ目は目立たないように組み合わせられているので、道路面の直線などが合成画像上で折れ曲がって合成されるといったことが起こらず、全体的に違和感のない自然な画像を得ることが可能になる。

【 0 0 3 0 】

さらに、三次元投影モデルは球と円筒とを組み合わせたものであり、その三次元投影モデルに投影する際に、遠方は円筒に、それ以外は球に投影することにより、自動車の近傍を球、遠方を円筒に投影することで、円筒だけに投影する場合と比較して、近傍部分の画像の歪みが軽減され、距離感がつかみやすいという特徴を持つ。ここで、球面の中心を円筒面の軸上にとり、球面と円筒面の半径を等しくすることで球面と円筒面との境界が滑らかにつながる。また、平面と円筒とを組み合わせ、その境界を滑らかにつないだ場合と比較して、近傍部分の歪みがより滑らかになるため、違和感の非常に少ない画像を合成することができる。

【 0 0 3 1 】

なお、以上の説明では、三次元投影モデルは円筒と球とを組み合わせたものと

したが、球のみとしても良い。この場合、広い視野の画像を合成する際に、全体が大きく歪まないような画像を得ることができる。三次元投影モデルに球を用いて魚眼レンズで撮像したような画像を生成することが可能となり、画像全体に一律な歪み方であるものの、周辺にどのような物体があるのかを運転者が認識しやすくなる。

【0032】

また、円筒と楕円球を継ぎ目が滑らかになるように組み合わせ、遠方を円筒に、それ以外を楕円球に投影しても、円筒と球とを組み合わせした場合と同様な効果が得られる。

【0033】

さらに、平面と円筒とを組み合わせた三次元投影モデルとし、この三次元投影モデルに投影する際に、遠方は円筒に、それ以外は平面に投影しても良い。この場合、自動車の近傍を平面に投影することで、道路面上の白線などの直線が合成画像上でも直線として投影されるという特徴と、遠方は円筒面に投影されるので、画像が大きく歪まないという特徴を同時に持つ。このため、駐車場などで白線に合わせて駐車することが容易にでき、かつ周囲の広範囲の状況も理解しやすいこととなる。また、三次元投影モデルとして円筒面を単独に用いた場合、撮像手段に近い領域が合成画像上で大きくなってしまい結果的に遠近感が得にくいという欠点が残るが、近傍を平面に投影することによってこの問題点を解決することが可能になる。

【0034】

そして、円筒、平面、および円筒と平面との境界を滑らかにつなぐ曲面の3種類の面を組み合わせた三次元投影モデルを用いても良い。これにより、遠景を撮像した画像同士を合成する場合、遠景は垂直に立った円筒に描かれた像と考えることができるのに対し、撮像手段の真下にある物体を円筒面に投影する場合は非常に歪んだ像になるという問題を、遠方を円筒に、円筒と平面との境界を滑らかにつなぐ曲面で中間を、それ以外を平面に投影する構成により避けることができる。

【0035】

以上のことより、例えば、自動車に装備された荷台連結器（ヒッチ）を用いての荷台車との連結というシーンを想定した場合、荷台車が自車から離れている初期状態、すなわち自車を荷台車に近づける際には、ちょうど対象となる荷台が前記円柱投影面上に投影された部分に表示され、周囲状況、物体との関連がつかみやすく、また、荷台車を連結する直前では、上記平面投影あるいは球面投影の部分で互いのヒッチの位置関係を正確に捉えることができ、以上の動作と使い方により、容易に荷台と自車との連結が可能となる。

【 0 0 3 6 】

また、限られた駐車スペースへの駐車の際、あるいは、複数車線での後方車両の位置関係の把握の際にも、ドライバに理解しやすい映像を提供できるという同様の利点が生じることはいうまでもない。

【 0 0 3 7 】

（第 2 の実施の形態）

図 5 は本発明の第 2 の実施の形態における画像合成装置の構成を示すブロック図である。なお図 5 において、図 1 に示す機能部と同じ機能部には同じ符号を付して詳細な説明を省略する。この画像合成装置は、自動車の進行方向を検出し、その出力を仮想撮像手段撮像状況決定部 6 に入力する自動車進行方向検出部 22 を図 1 の画像合成装置に付加したものである。

【 0 0 3 8 】

第 2 の実施の形態においても第 1 の実施の形態と同様に、平面投影部 3 で用いる投影面は道路面とし、三次元投影モデル投影部 5 で用いる三次元投影モデルは、道路面に垂直な円筒面と球面とを滑らかに接続した曲面、投影中心は円筒の軸上の点とする。

【 0 0 3 9 】

図 6（a）は本発明の第 2 の実施の形態において、自動車が直進運動している場合に仮想撮像手段 7 によって合成画像が形成される構成を三次元的に示している。なお、図 6（a）では、撮像手段 1a および 1b によって撮像された画像をそれぞれの撮像状況に従って平面投影部 3 が道路面に投影するプロセス（図 2 の STEP 2 までのプロセス）が省略されている。

【 0 0 4 0 】

本発明の第 2 の実施の形態では、仮想撮像手段 7 によって撮像する際、仮想撮像手段 7 の視点 13 の位置を、自動車進行方向検出部 22 によって得られた自動車の進行方向と平行で、かつ三次元投影モデル投影部 5 の投影中心 12 を通る直線上に設定する。このとき、自動車の進行方向と平行な直線は合成画像上でも直線となり、と同時に前記合成画像上の直線は一点で交わり、また、自動車が直進運動をしている場合、自動車の周囲に存在する静止物体は自動車から見て相対的に自動車の進行方向と平行な直線運動を行うため、これらの物体は合成画像上でも直線運動を行う。

【 0 0 4 1 】

この原理を図 6 (a) の仮想撮像手段 7 と三次元投影モデル 11 との幾何学的関係を用いて説明する。三次元投影モデル 11 の投影中心 12 と仮想撮像手段の視点 13 とを結ぶ線分 23 は、自動車進行方向 24 と平行である。このとき、道路面に描かれた自動車の進行方向に対して平行な線 25 と線分 23 とは、同一平面 26 上に存在する。次に、前記の平行な線 25 を三次元投影モデル 11 に投影した像 27 は、三次元投影モデル 11 と平面 26 との交線となっており、さらに、前記の像 27 を仮想撮像手段 7 によって撮像した像 28 は、合成画像面 14 と平面 26 との交線上に存在することになる。像 28 は平面と平面との交線であるから直線であり、前記直線は線分 23 と合成画像面 14 との交点 29 を通過する。

【 0 0 4 2 】

上記説明は、道路面上に限らず、線分 23 と同一平面上に存在する任意の直線の場合についても同様に証明でき、これらの像の延長は全て点 29 で交わる。

【 0 0 4 3 】

自動車が直進運動している時、自動車の周囲に存在する静止物体は自動車から見て相対的に線分 23 と平行な直線上を移動する。したがって、図 6 (b) のパノラマ合成画像に示すように、静止物体の像 30 は一点 29 に向かって直線運動を行う。

【 0 0 4 4 】

このように、本発明の第 2 の実施の形態によれば、複数の撮像手段は自動車に

取り付けられており、さらに上記自動車の進行方向を検出する自動車進行方向検出手段を具備し、また、仮想撮像手段の視点の位置は、自動車の進行方向に平行でかつ三次元投影モデル投影部の投影中心を通る直線上に定められているので、自動車の進行方向と平行な直線は合成画像上でも直線に投影されるという特徴を持つ。したがって、自動車が直進運動をしている時、自動車の周囲の静止物体は自動車から見て相対的に自動車の進行方向と平行に直線運動を行うので、合成画像上で静止物体は直線上を移動し、運転者にとって状況を判断しやすい画像を得ることができる。

【 0 0 4 5 】

(第3の実施の形態)

図7は本発明の第3の実施の形態における画像合成装置の構成を示すブロック図である。なお図7においても、図1に示す機能部と同じ機能部には同じ符号を付して詳細な説明を省略する。この画像合成装置は、自動車の車体位置を検出し、その出力を仮想撮像手段撮像状況決定部6に入力する自動車車体位置検出部31を図1の画像合成装置に付加したものである。

【 0 0 4 6 】

第3の実施の形態においても第1の実施の形態と同様に、平面投影部3で用いる投影面は道路面とし、三次元投影モデル投影部5で用いる三次元投影モデルは、道路面に垂直な円筒面と球面を滑らかに接続した曲面、投影中心は円筒の軸上の点とする。

【 0 0 4 7 】

図8(a)は第3の実施の形態において、第1の撮像手段1aによって撮像された自動車Aの車体端32Lを、自動車Aに取り付けられた自動車車体位置検出部31により検出された車体位置を用いて、道路面上に投影して得られる投影車体端32を得るためのプロセスの概略を示している。また、図8(b)は本発明の第3の実施の形態において、自動車Aに取り付けられた自動車車体位置検出部31により検出された車体位置を用いて道路面上に車体端32Lを投影して得られる投影車体端32を、仮想撮像手段7によって合成画像に形成するための構成を三次元的に示している。なお、図8(b)の場合も第2の実施の形態における図6(a)の場合

と同様に、図 2 の STEP 2 までのプロセス、すなわち撮像手段 1a および 1b によって撮像された画像をそれぞれの撮像状況に従って平面投影部 3 が道路面に投影するプロセスが省略されている。

【 0 0 4 8 】

仮想撮像手段の視点 13 の位置は以下の手順で決定される。ここでは自動車 A の車体端 32L を直線と仮定すれば、車体端を平面投影した像 32 も直線となる。仮想撮像手段の視点 13 を像 32 と投影中心 12 とを通る平面 33 上に設定する。このとき、像 32 を三次元モデルに投影した像 34 はやはり平面 33 上に存在し、像 34 の合成画像上での像 35 も平面 33 上に存在する。したがって像 35 は平面 33 と合成画像面 14 との交線上に存在し、像 35 は直線となる。このため合成された画像は図 8 (c) のパノラマ画像に示すように、合成画像上では車体端 36 のように折れ目や断続のない直線になる。また、自動車の側方に設置された撮像装置の画像を合成して、図 8 (d) のように自動両の側面を直線に変換して自車両の側方の監視に適した画像を合成することも可能である。さらに、自動両ではなく、走行中のレーンの隣のレーンや、交差点などで交差する道路の中央の線を直線にするような画像を合成することも可能である。

【 0 0 4 9 】

このように、本発明の第 3 の実施の形態によれば、複数の撮像手段は自動車に取り付けられており、自動車の車体位置を検出する自動車車体位置検出手段を具備し、また、仮想撮像手段の視点の位置は、自動車の車体の端を平面投影した像と第 2 の投影手段の投影中心とを通る平面上に定められているので、自動車の車体端が合成画像上でも直線に投影される。

【 0 0 5 0 】

(第 4 の実施の形態)

図 9 は本発明の第 4 の実施の形態における画像合成装置の構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 1 】

なお図 9 においても、図 1 に示す機能部と同じ機能部には同じ符号を付して詳細な説明を省略する。図 9 に示す画像合成装置は、図 1 の三次元投影モデル投影

部 5 で用いる三次元投影モデルを球面とするとともに、その球面の位置を決定する球面位置決定部 37 を備えている。また、図 1 の仮想撮像手段 7 の代わりに球面展開部 38 を用いて画像を合成する。

【 0 0 5 2 】

第 4 の実施の形態における画像合成の手順を図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 (a) は球面モデルに投影した後、その球面を平面に展開する手法の手順を幾何学的に三次元表示したものである。第 1 の実施の形態と同様に、撮像手段によって撮像された画像を道路面に平面投影し、その像を図 1 0 (a) のように球面に投影する。このときの投影中心 39 は球面の中心とする。このように球面に投影された像 40 を球面上の点 41 を中心に展開する。この操作によって、像 40 は点 42 に変換される。図 1 0 (b) は図 1 0 (a) における球面と合成画像 14 とを、点 39、40、41、42 の 4 点を通る平面で切断した断面図である。前記断面図に示されるように、球面展開部 38 では、点 41 から点 40 までの円弧の長さと点 41 から点 42 までの直線の長さとが等しくなるように展開する。このようにして合成画像面 14 上に展開された像を合成画像とする。

【 0 0 5 3 】

点 39 と点 41 とを結ぶ直線 43 と同一平面上にある直線は、この変換によって合成画像上でも直線になる。したがって、直線 43 が自動車の進行方向と平行になるように点 39 と点 41 とを設定した場合、球面の位置によらず自動車の進行方向に平行な直線は合成画像上でも直線になり、第 2 の実施の形態と同様の効果が得られる。また、道路面 10 上に投影された車体端と直線 43 とが同一平面上に存在するように点 39 と点 41 とを選ぶと、合成画像上では車体端も直線として投影され、第 3 の実施の形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 5 4 】

このように、本発明の第 4 の実施の形態によれば、撮像手段により撮像された複数の画像を道路面に平面投影し、その平面投影像を球面に投影し、さらに前記球面上の一点を中心に前記球面投影像を平面に展開するので、球面の位置を変えても平面に展開する時の中心の点を調節することで特定の直線を合成画像上でも直線として投影することができる。

【 0 0 5 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、複数の異なる位置に設けられた撮像手段で撮像された画像を一度道路面などの投影部に投影してから球面などの三次元曲面に投影することによって、継ぎ目の目立たない画像を合成することが可能になるという優れた効果を有する画像合成装置および画像合成方法を提供することができるものである。

【 0 0 5 6 】

また、三次元投影モデルを円筒と球などを組み合わせて作ることにより、合成画像の歪みを軽減させることが可能となり、運転者にとって距離感などの感覚が自然に把握しやすい画像を合成することが可能になるという優れた効果を有する画像合成装置および画像合成方法を提供することができるものである。

【 0 0 5 7 】

さらに、仮想撮像手段の視点の位置、三次元投影モデルの位置を調整することによって、特定の条件を満たす直線を合成画像上でも直線として表示することが可能となり、自動車の幅寄せ等に便利になるという優れた効果を有する画像合成装置および画像合成方法を提供することができるものである。

【 0 0 5 8 】

そして、三次元投影モデルを球面として投影された像を平面状に展開することにより、合成画像上の点の画像中心からの距離と画角が比例するという効果が得られ、この場合、球の位置などを調整することで特定の条件を満たす直線が合成画像上でも折れ目や断続のない直線として得られ、違和感のない自然な画像として認識できるという優れた効果を有する画像合成装置および画像合成方法を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態における画像合成装置の構成を示すブロック図、

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態における処理の流れを説明するための図、

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態において、合成画像を完成させるまでの投影のプロセスの原理図、

【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態において、円筒面と球面とを組み合わせた三次元投影モデルの位置を変えることによって、円筒面に投影される領域と球面に投影される領域が変化することを説明するための図、

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態における画像合成装置の構成を示すブロック図、

【図 6】

本発明の第 2 の実施の形態において、仮想撮像手段の視点の位置と画像の変化について説明するための図

【図 7】

本発明の第 3 の実施の形態における画像合成装置の構成を示すブロック図、

【図 8】

本発明の第 3 の実施の形態において、車体端が合成画像上で直線になるための仮想撮像手段の視点の位置を説明するための図、

【図 9】

本発明の第 4 の実施の形態における画像合成装置の構成を示すブロック図、

【図 10】

本発明の第 4 の実施の形態における合成画像を得るまでの手順を表す原理図、

【図 11】

従来の画像合成方法においてパノラマ画像を合成する手順を示す図、

【図 12】

従来の画像合成方法においてパノラマ画像を合成する手順を三次元的に表示した図である。

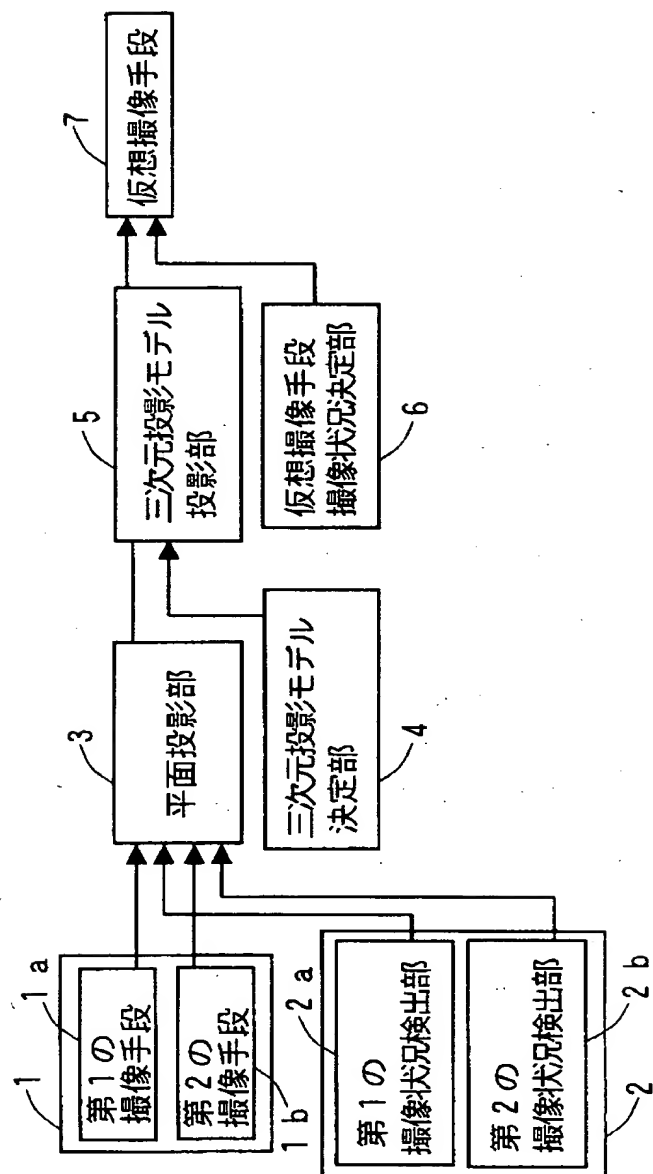
【符号の説明】

- 1 撮像手段
- 2 撮像手段撮像状況検出部

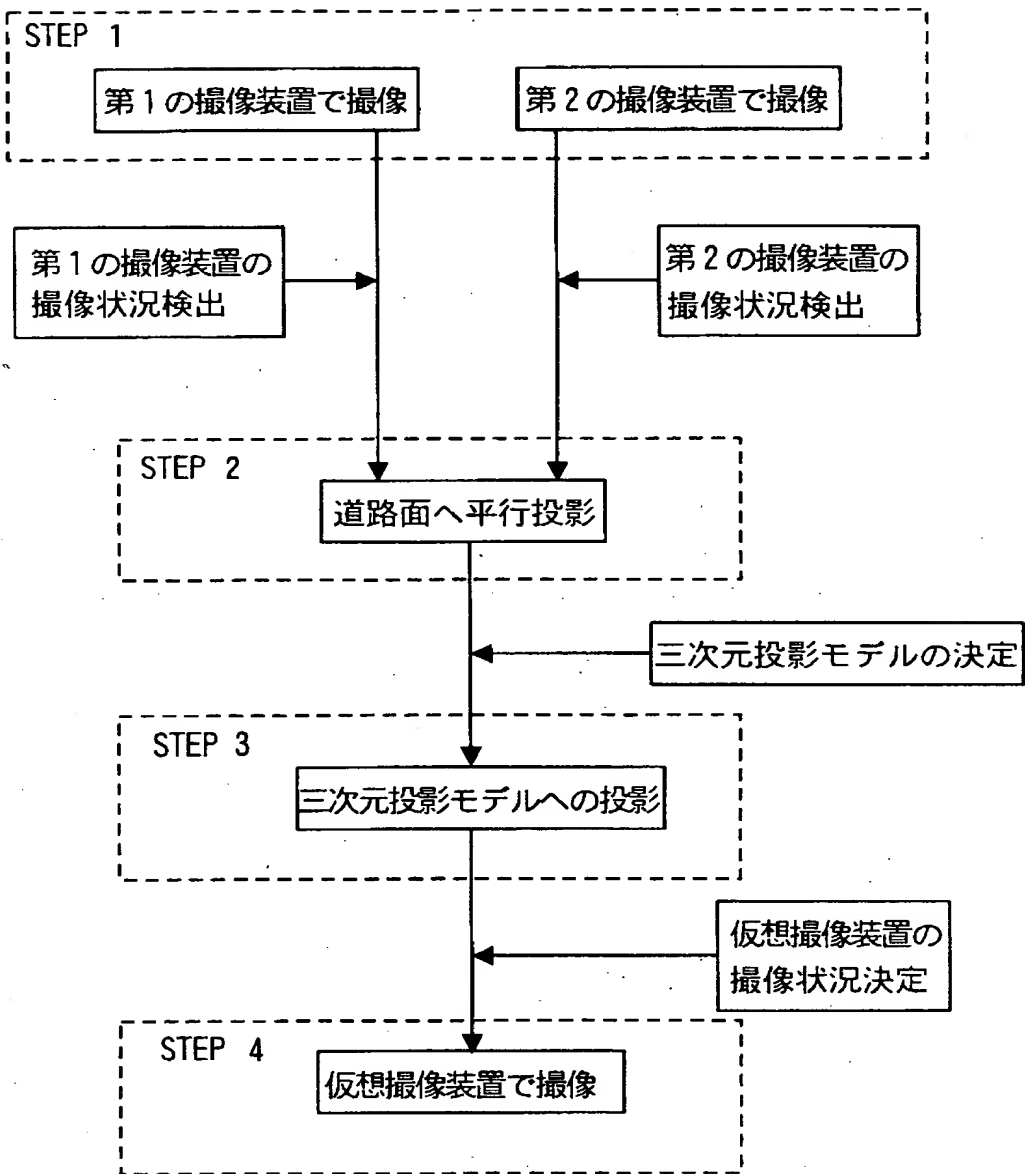
- 3 平面投影部
- 4 三次元投影モデル決定部
- 5 三次元投影モデル投影部
- 6 仮想撮像手段撮像状況決定部
- 7 仮想撮像手段
- 22 自動車進行方向検出部
- 31 自動車車体位置検出部
- 37 球面位置決定部
- 38 球面展開部

【書類名】 図面

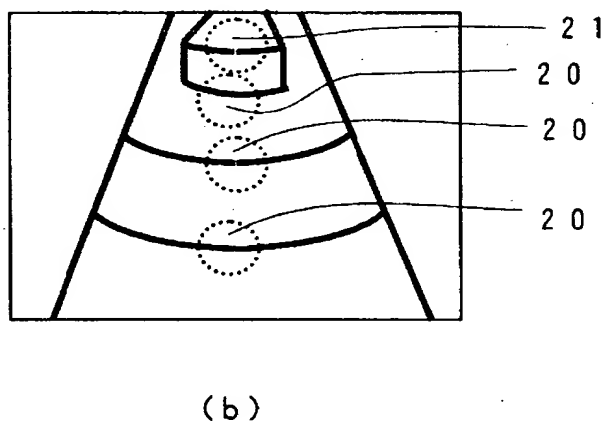
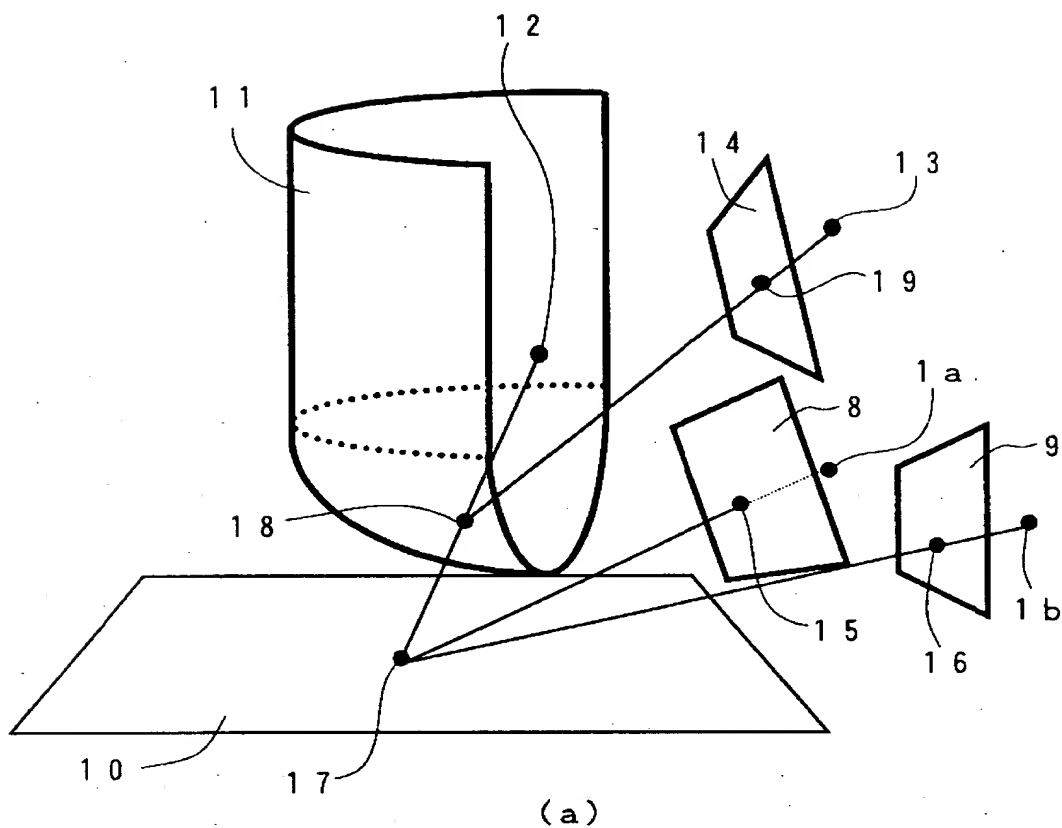
【図 1】



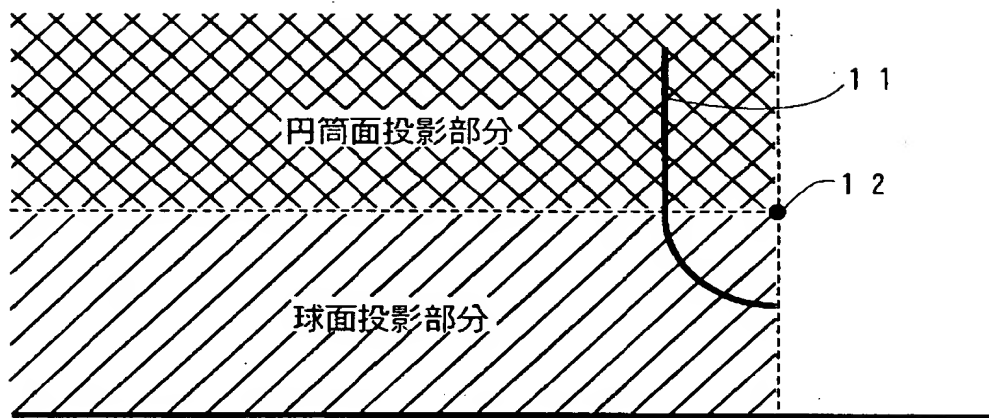
【図 2】



【図 3】



【図4】

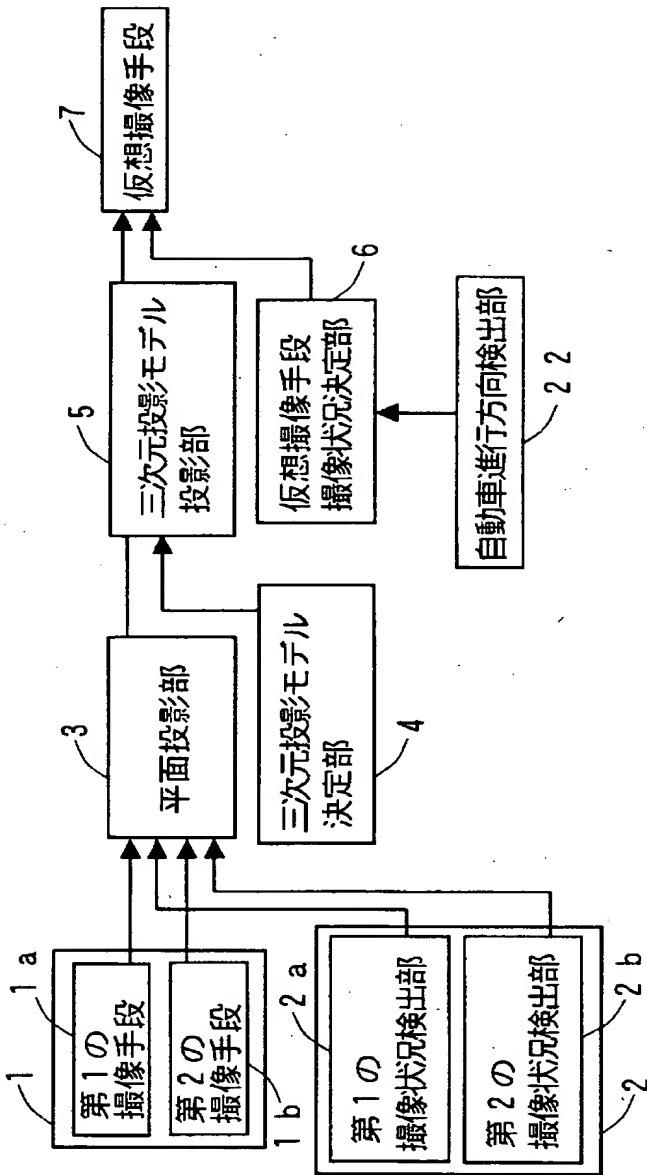


(a)

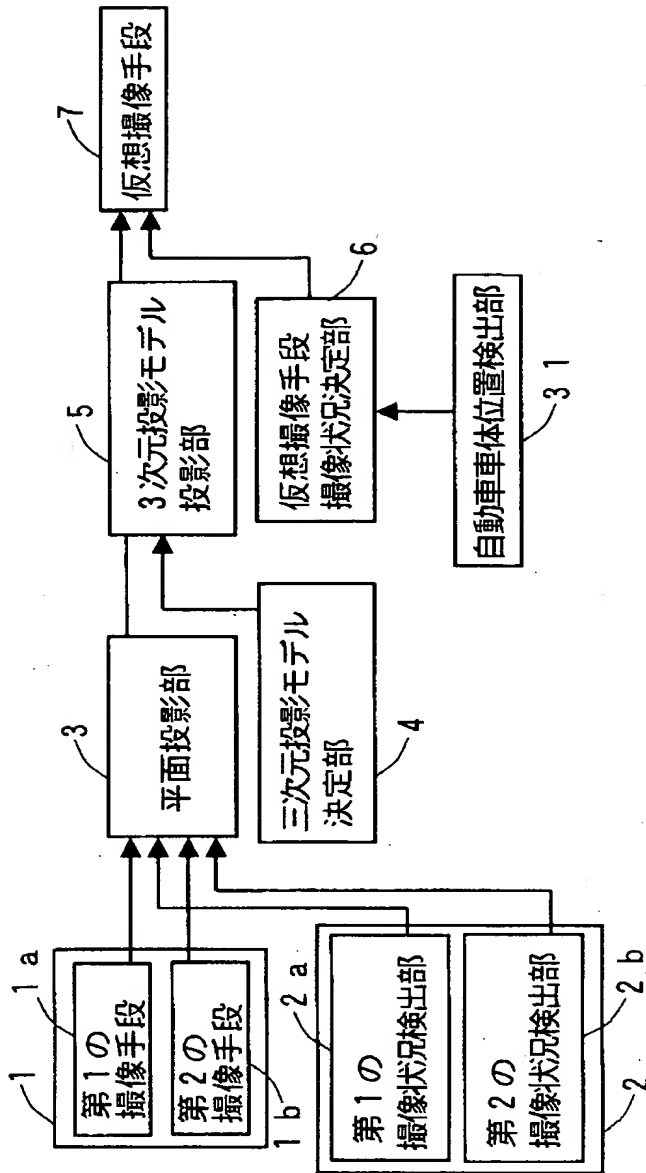


(b)

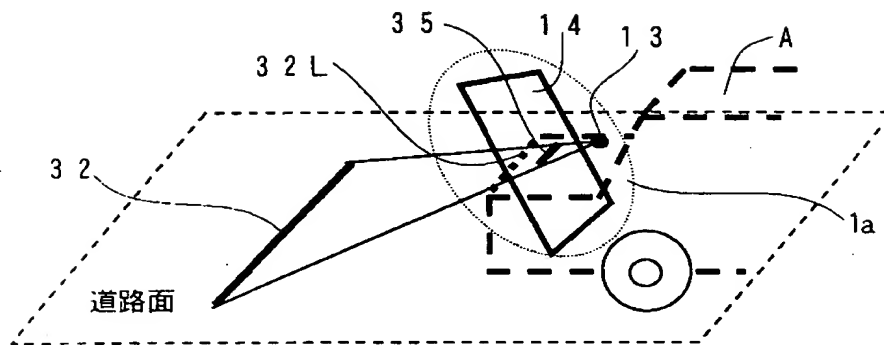
【図 5】



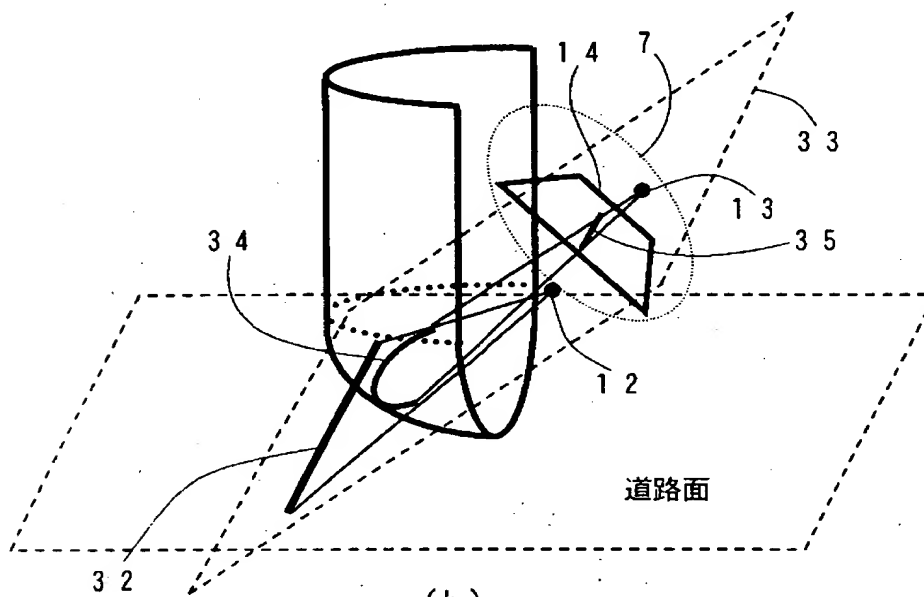
【図 7】



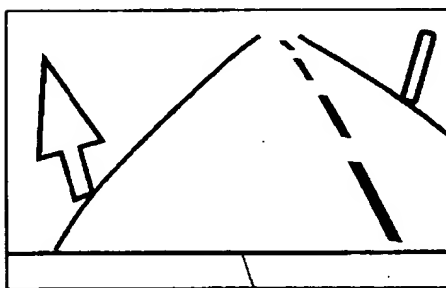
【図 8】



(a)

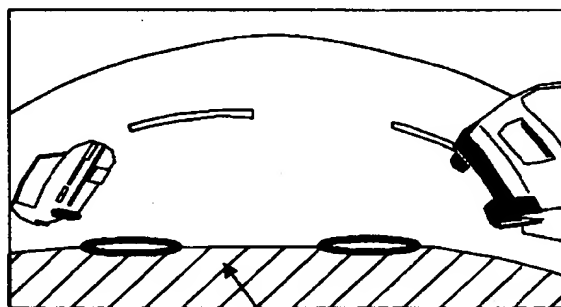


(b)



3 6 車体端

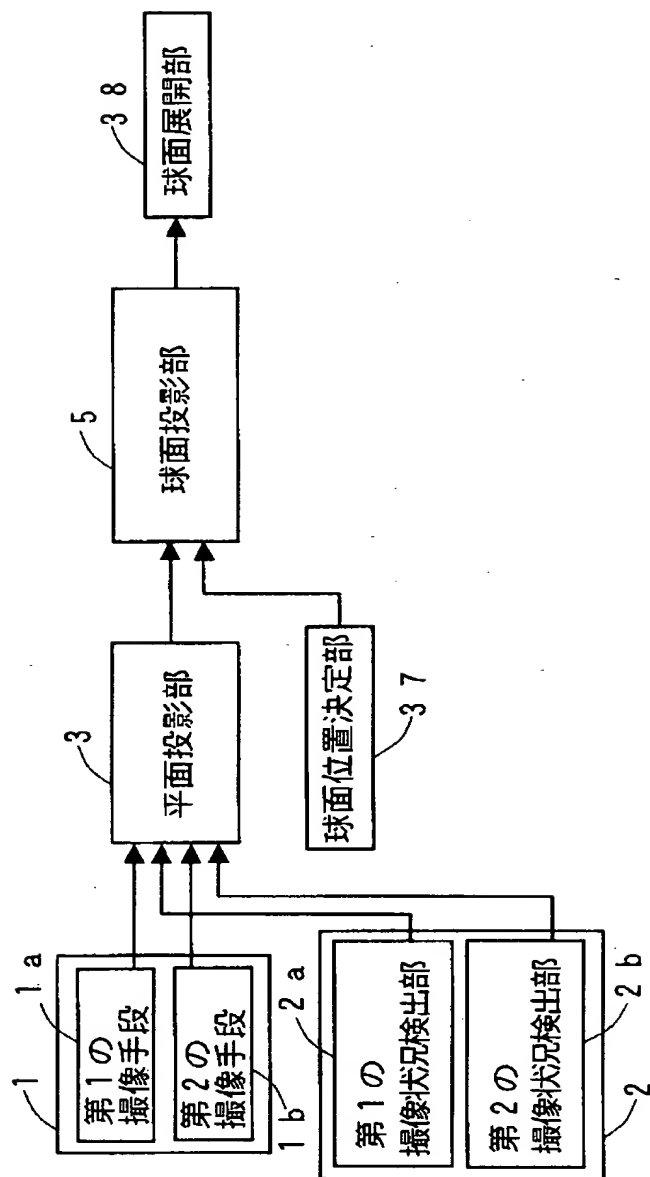
(c)



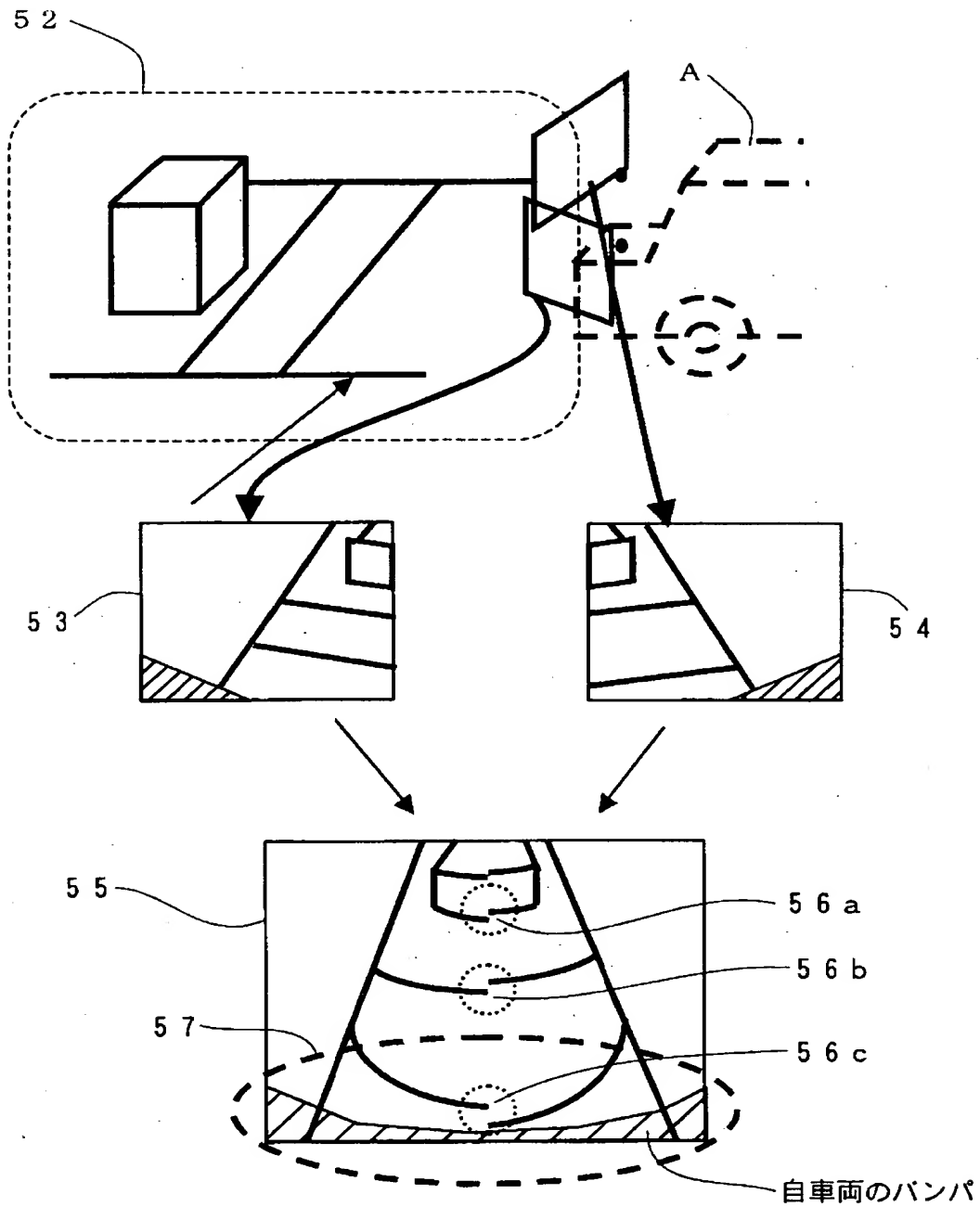
自車両の側方面

(d)

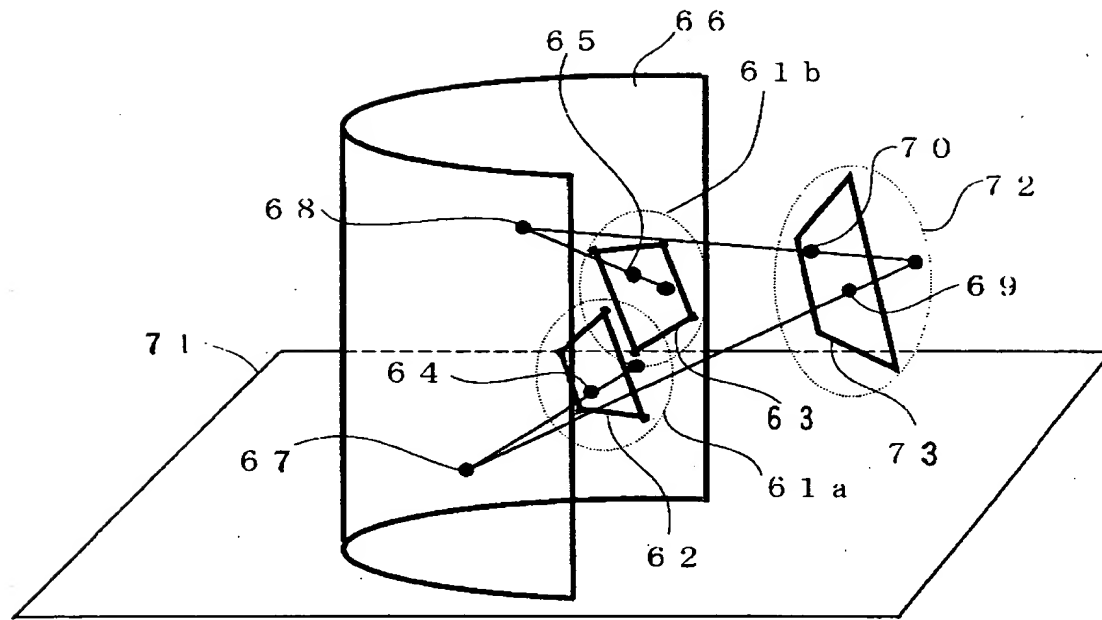
【図 9】



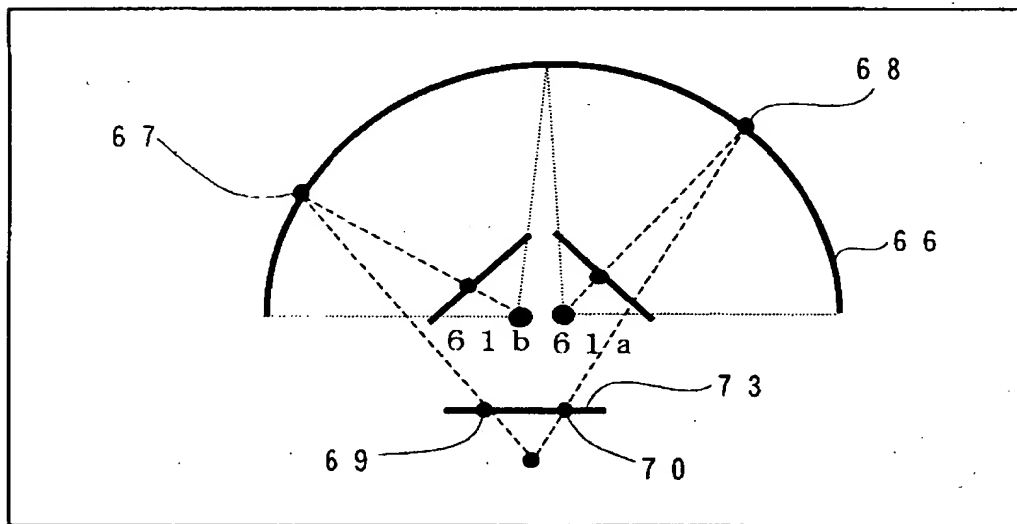
【図 11】



【図12】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 周囲の状況と自動車との位置関係が把握しやすいように、複数の異なる視点から撮像された画像をもとに継ぎ目が目立たず、違和感のない自然な一枚の画像を合成する。

【解決手段】 複数の撮像手段1a、1bと、撮像手段1a、1bの撮像状況を検出する撮像状況検出手段2a、2bと、撮像手段1a、1bにより撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第1の投影像を生成する平面投影部3と、前記複数の第1の投影像を三次元投影モデルに投影し、第2の投影像を生成する三次元投影モデル投影部5と、前記第2の投影像を仮想的に撮像する仮想撮像手段7と、前記三次元投影モデルの位置と形状とを決定する三次元投影モデル決定部4と、仮想撮像手段7の撮像状況を決定する仮想撮像手段撮像状況決定部6とを具備する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社